



**Revista MICA.**  
**Volumen 2 No. 4.**  
**ISSN: 2594-1933**  
**Periodo: julio – diciembre de 2019**  
**Tepic, Nayarit. México**  
**Pp. 42 - 53**  
**Recibido: septiembre 12 de 2019**  
**Aprobado: diciembre 01 de 2019**

**Mobile learning para la generación de aprendizaje en estudiantes en media superior: uso de arduino para la construcción del aprendizaje**

**Mobile learning for the generation of knowledge in high school students: use of arduino for the construction of learning**

**Nidia Dolores Uribe Olivares**

Centro de Bachillerato Tecnológico y de Servicios  
No.100  
nidy98@hotmail.com

**Nadia Sarahi Uribe Olivares**

Universidad Autónoma de Nayarit  
nadia.uribe@uan.edu.mx

**José Trinidad Ulloa Ibarra**

Universidad Autónoma de Nayarit  
jtulloa@uan.edu.mx

**Mobile learning para la generación de aprendizaje en estudiantes en media superior:  
uso de arduino para la construcción del aprendizaje**

**Mobile learning for the generation of knowledge in high school students: use of  
arduino for the construction of learning**

**Autores**

**Nidia Dolores Uribe Olivares**

Centro de Bachillerato Tecnológico y de Servicios No.100  
nidy98@hotmail.com

**Nadia Sarahi Uribe Olivares**

Universidad Autónoma de Nayarit  
nadia.uribe@uan.edu.mx

**José Trinidad Ulloa Ibarra**

Universidad Autónoma de Nayarit  
jtulloa@uan.edu.mx

**Resumen**

La presente investigación muestra los resultados sobre el diseño, experimentación y análisis de una situación didáctica basada en el uso del mobile learning, particularmente la tecnología Arduino para favorecer el aprendizaje de la razón de cambio en estudiantes en educación media superior. Se trata de un estudio de enfoque cuantitativo basado en la ingeniería didáctica de Artigue, la cual se divide en cuatro fases estas fueron aplicadas en una población seleccionada. Los resultados obtenidos muestran que la aplicación del mobile learning en específico este dispositivo favorece a la construcción de aprendizajes significativos

**Palabras clave:** mobile learning, Arduino, instrumento, razón de cambio

**Abstract**

The present investigation shows the results on the design, experimentation and analysis of a didactic situation based on the use of mobile learning, particularly Arduino technology to favor the knowledge of the rate of change in high school students. This is a

quantitative approach study based on the didactic engineering of Artigue, which is divided into four phases. These were applied in a selected population. The results obtained show that the application of mobile learning specifically for this device favors the construction of significant knowledge.

**Keywords:** mobile learning, Arduino, instrument, rate of change

### **Introducción**

El uso de la tecnología móvil e inalámbrica representa nuevas formas de construir el conocimiento. Los procesos de innovación educativa que se desarrollan dentro de las instituciones de educación media superior han tomado un significado para el proceso de acciones para lograr la incorporación y diseño del uso de las TIC, es en este sentido que ahora dentro los métodos de construcción de programas educativos por medio de e-learning son una necesidad latente para las instituciones que quieran permanecer a la vanguardia.

La educación media superior se presenta como un escenario ideal para la inclusión de estos nuevos métodos de enseñanza. Las competencias matemáticas son de particular relevancia actualmente, dado a que implican habilidades básicas para desarrollar procesos de razonamiento y lógico, los cuales resultan cruciales para la formación de cualquier estudiante y la capacitación de la gran mayoría de profesionistas (Larrazolo, Backhoff y Tirado, 2013).

En este sentido se hace referencia a Escofer, López y Álvarez (2014) que mencionan cómo las formas de aprendizaje evolucionan según las generaciones y por lo tanto las nociones cognitivas cambian en el transcurso de la temporalidad y el contexto. Por lo anterior el integrar nuevos dispositivos se vuelve una estrategia pertinente para construir conocimiento.

En el ámbito educativo, el uso de los dispositivos móviles se está haciendo. Para Rinaldi (2012), los dispositivos móviles han adquirido una amplia preponderancia en el aprendizaje, marcando tendencia en los proyectos formativos. La utilización educativa de

los dispositivos móviles representa la posibilidad de generar una mayor accesibilidad, colaboración y relevancia al aprendizaje.

Zambrano (2009) expresa que la tecnología móvil tiene el potencial del aprendizaje activo, así como, puede contribuir a que el estudiante asigne una mayor cantidad de su tiempo con los recursos, materiales y contenidos educativos, es decir, el estudiante puede destinar periodos más largos en su aprendizaje interactuando con la información que accede a través de esta tecnología.

La relación entre las matemáticas y el hombre ha sido latente y en desarrollo progresivo surgiendo como una necesidad en la resolución de diversas situaciones, en la actualidad que ha llegado a ocupar un lugar importante en la sociedad con sus avances científicos y tecnológicos. Entonces estas nuevas formas de adquirir conocimiento son un nodo de entre lo tradicional y lo que se espera del aprendizaje del siglo XXI.

El estudio de la relación entre el mobile learning y las ciencias básicas no es un caso aislado pues solo así estas tecnologías podrían ser herramientas poderosas en el proceso de enseñanza-aprendizaje y su inclusión debería estar acompañada de contenidos significativos y procesos de participación social en el modelo educativo (Kukulska-Hulme, 2010).

La problemática que indica la pertinencia del estudio deriva desde la investigación de Larrazolo, Backhoff y Tirado (2013) donde al estudiar los resultados de pruebas genéricas de estudiantes de media superior confirman que se tiene un aprovechamiento sumamente bajo, no comprenden los conceptos básicos de matemáticas, no tienen las habilidades para solucionar problemas numéricos de mediana complejidad, y los conocimientos adquiridos se relacionan con la memorización de algoritmos.

En este sentido se desarrolla una investigación desde un enfoque cuantitativo, la metodología cuantitativa de acuerdo con Tamayo (2004), consiste en el contraste de teorías ya existentes a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio.

En este estudio se establece la hipótesis:

“La inclusión de dispositivos móviles en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de medio superior facilita el relacionar el conocimiento abstracto con situaciones prácticas y cotidianas de su contexto”

Con el fin de generar estrategias para la comprobación de lo anterior se establecen el objetivo general:

- Aplicar Arduino en la materia de cálculo diferencial promueve el aprendizaje significativo en la aplicación de derivadas y límites en los estudiantes de media superior.

Del mismo modo para poder lograr la investigación se establecieron objetivos específicos:

- Identificar la razón de cambio a través de la aplicación de experimentos en estudiantes de media superior.
- Comparar las deficiencias iniciales en el aprendizaje de los estudiantes de media superior conforme el avance y culminación del uso del Arduino.

## **Marco teórico**

El uso de instrumentos en el aula es necesario. Fombona y Pascual (2013) mencionan que los dispositivos móviles son un soporte de los medios y suponen un desafío a los planteamientos educativos, tomando en cuenta la dimensión espacial, temporal y social. A su vez destacan que entre los beneficios que se pueden obtener debido al mobile learning es el desarrollo competencial en la educación media superior, teniendo en cuenta sus potencialidades.

Para lograr el objetivo planteado, esta investigación se sustenta en la Génesis Instrumental de Luc Trouche para el uso del mobile learning (Arduino) en la generación de aprendizaje.

El principio de toda educación matemáticas es el de aspirar al desarrollo de diferentes competencias necesarias para el desempeño ciudadano en el siglo XXI, donde es necesario el incluir situaciones del mundo real como parte del currículo tomando como

punto de partida y destino para la matematización. Por lo que el ubicar el aprendizaje en el análisis de escenarios cotidianos promueve que los estudiantes piensen y actúen con base al diseño de una situación al elaborar un plan de estrategias definidas para dar solución a una interrogante. Siendo labor del docente propiciar el panorama matemático sensibilizando a la observación y análisis del entorno, con ello los estudiantes perfeccionen un potencial matemático desentrañando las matemáticas a su alrededor (Arcavi, 2012).

Retomando el principio de aspirar en el desarrollo de competencias para el siglo XXI es necesario implementar la tecnología en el aula, puesto que es un apoyo para la creación de un entorno diferente y dinámico con medios que permiten al estudiante lograr cambios de conducta y el progreso de habilidades. Santacruz (2009) citando a Trouche (2002)

Resalta que la aparición de artefactos computacionales en la clase de matemáticas, supone un problema de carácter didáctico acerca de transformar los artefactos en verdaderos instrumentos de actividad matemática y no como “recursos que resuelven y solucionan” problemas en el aprendizaje (p. 1).

Un artefacto puede entenderse como un objeto susceptible para cierto uso, es decir, elaborado para realizarse actividades intencionales, por ejemplo, una computadora. No obstante, un instrumento es una entidad mixta, es un artefacto en cierto esquema de uso. Es decir, un artefacto es independiente al sujeto, sin embargo el instrumento que construye está vinculado a él.

El aprendizaje se encuentra mediado por instrumentos, los cuales influyen en el saber matemático, donde debe existir una mediación entre las acciones docentes, cómo el alumno construye sus conocimientos y la instrumentalización. El empleo de dichos instrumentos impacta de manera directa, ya que propicia la movilización colectiva e individual del estudiantado en sistemas de instrumentos previos así como generar nuevas estrategias, con la finalidad de que los mismos construyan sus propios conocimientos mediante la mediación del instrumento.

Retomando la idea de Santacruz (2009), menciona que en el diseño de secuencias didácticas para promover el proceso de aprendizaje de las matemáticas es necesario

considerar cuatro elementos: el conjunto de individuos (docente y estudiantes), un conjunto de objetivos (relacionados con la intención de desarrollar las tareas bajo ciertas condiciones), una configuración didáctica (estructura general del dispositivo, es flexible de acuerdo al diseño de las secuencias didácticas que se pretenden movilizar) y un conjunto de modos de explotación de dicha configuración (coordinación entre el hardware, el software didáctico y un sistema de explotación didáctico). Posibilitando la enseñanza y el aprendizaje entre pares de distintos esquemas sociales de uso.

Por lo que la génesis instrumental aporta a esta investigación la posibilidad de promover el proceso de aprendizaje de las matemáticas a través de instrumentos, el uso del mobile learning particularmente Arduino. Arduino es una compañía de hardware y código abierto que manufactura y diseña placas para construir dispositivos digitales y dispositivos interactivos que puedan detectar y controlar objetos del mundo real.

A continuación se describe la metodología aplicada para el logro de tanto el objetivo general como los específicos como la posible comprobación de la hipótesis, con el fin de generar conocimiento para generar estrategias para la mejora del aprendizaje de los estudiantes de educación media superior.

## **Metodología**

Para la elaboración de la presente investigación se estableció la metodología de Artigue, que según Calderón y León (2012) es una metodología de investigación que tiene como objetivo la elaboración de situaciones didácticas; además de producir conocimiento a través de la formulación, aplicación y evaluación del efecto de estas realizaciones didácticas donde se debe realizar un análisis a priori y a posteriori.

En este sentido se presentan las dos primeras fases. En estas se describen los primeros momentos de la investigación:

*Tabla 1.  
Análisis preliminar*

| Fases   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fase I  | Se revisaron artículos de investigación, tesis, textos y revistas científicas relacionados con la enseñanza de la Matemática                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fase II | Se seleccionaron a 40 estudiantes que cursaban cuarto semestre de preparatoria, se pidió autorización a los padres de familia de los participantes para mostrar los avances y resultados de las actividades, asimismo se valoró su nivel de conocimiento previo en los temas sobre gráficas. Se elaboraron cuatro secuencias de aprendizaje sobre: funciones, límites, derivadas y sus aplicaciones, basado en el uso de Arduino. |

Fuente: Construcción del autor

Se estableció un muestreo por conveniencia dado a que la población objetivo con la que se tiene tanta oportunidad de intervenir pertenece al grupo de tercer grado de preparatoria de la institución educativa CBTis No. 100.

En un segundo momento de la investigación se integra una tercera etapa la cual tiene como objetivo de ejecutar los instrumentos (arduino), así como el describir el método para la generación del conocimiento.

*Tabla 2.*  
*Fase: Descripción del método aplicado*

| Fase     | Sub-fase                                              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fase III | Análisis de tablas                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>El desarrollo de la práctica se le proporciona al estudiante unas hojas de trabajo donde se presentan tablas donde debe analizar e interpretar situaciones de la vida cotidiana que se adapten a las mismas.</li> </ul> |
|          | Graficando la realidad (Tablas, gráficas y funciones) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las funciones y su comportamiento según la variación de los parámetros preponiendo situaciones de su contexto.</li> </ul>                                                                                   |
|          |                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>El estudiante complete la información de diversas tablas con base en los datos obtenidos</li> </ul>                                                                                                                     |



## Límites

determinen la temperatura del agua expuesta diferentes condiciones mediante el uso del sensor de temperatura LM35 (con una precisión calibrada de 1 °C. Su rango de medición abarca desde -55 °C hasta 150 °C), al cual hicieron un revestimiento de la tecnología Arduino, logre así obtener la representación algebraica y sea capaz de comprender el comportamiento de la situación.

## Razón de cambio de una función

- El alumno mide la distancia mediante el sensor ultrasónico HC-SR04 Arduino con el objetivo de encontrar la razón de cambio respecto al recorrido realizado y el comportamiento del movimiento

## Razón de cambio de una función cuadrática

- Los estudiantes determinen la razón de cambio de tiros parabólicos mediante el uso del software Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education.

Fuente: Construcción de los autores

## Resultados y discusiones

En este apartado se muestra a grosso modo una descripción de los instrumentos de recolección de datos, así como un análisis comparativo de las respuestas de los 40 estudiantes que participaron en la aplicación de las cuatro secuencias didácticas, hojas de trabajo y hojas de evaluación. Se espera que con estos instrumentos de medición sea posible de explorar el proceso que los alumnos utilizan para lograr reconocer la razón de cambio en diversas situaciones.

Durante la implementación de esta investigación fue posible percatar que los estudiantes contaban con los conocimientos previos sobre la tabulación y graficación de funciones de una manera mecánica y sin una verdadera comprensión, puesto que no comprendían el comportamiento de las mismas con base en la variación de los parámetros, asimismo les resultó posible proponer una representación algebraica a diversas situaciones cotidianas

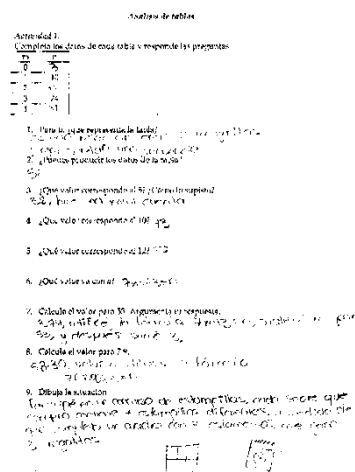


Ilustración 1. Análisis de tablas. Producto de un estudiante. Fuente propia.

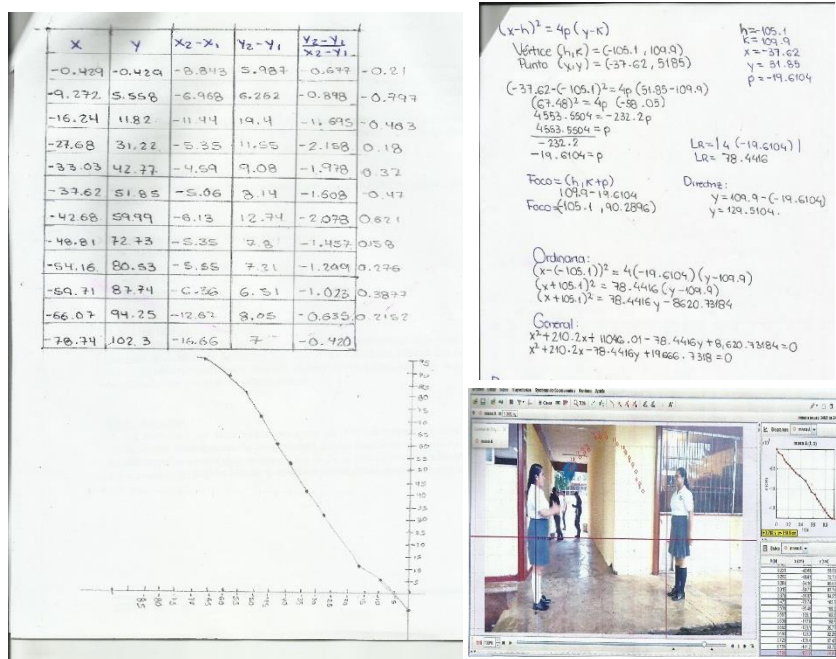
Mediante el uso de dispositivos móviles de sensores en circunstancias de su contexto como es el variar la temperatura del agua como se muestra en la Ilustración 2. Los estudiantes fueron capaces de entender el comportamiento de la situación puesto que inicialmente consideraban una función lineal, no obstante, al profundizar el análisis



distancia y comportamiento del movimiento de sus compañeros en un rango de 2 a 450 cm, al poder relacionarse directamente con el sensor y ellos representar de manera física una función, lograron determinar cuál es el comportamiento de una función constante, lineal y cuadrática tomando en cuenta la distancia y el tiempo. Asimismo al ser agentes activos les fue posible relacionar en estos casos las mediciones realizadas con elementos matemáticos como son el límite y la razón de cambio, dándole un sentido al cálculo diferencial y sus potenciales aplicaciones además de lograr la transición entre las diferentes representaciones semióticas como se muestra en la Ilustración 3.



Finalmente, los estudiantes determinan la razón de cambio de tiros parabólicos mediante el uso del software Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education el cual permite el análisis de video y construcción de modelos como se muestra en la Ilustración 4. En este punto, los estudiantes ya eran conscientes de las posibles aplicaciones de las matemáticas en su vida cotidiana, además de haber comprendido qué representa una razón de cambio en diversas situaciones así como lograr transferir aquello que se ha aprendido a nuevos contextos realizando una conversión de las representaciones



## Resultados y Conclusiones

Del análisis de resultados planteados se puede concluir que se consiguió identificar las dificultades que presentan los estudiantes para poder realizar una transformación (sea tratamiento o conversión) entre las representaciones y razón de cambio, cuando algunos de los estudiantes lograron identificar algunas de las conversiones y tratamientos que surgieron entre representaciones. Es posible percatarse que los estudiantes presentaron dificultades cuando se enfrentaron al tránsito de las representaciones sin intervención del profesor o sin dirección específica en las instrucciones de los reactivos.

Con base en los resultados obtenidos es posible hacer un análisis donde el diseño de estrategias de enseñanza-aprendizaje relacionadas con el contexto promueve la transformación de las representaciones semióticas para el aprendizaje significativo de las matemáticas utilizando conocimientos previos del estudiante, aplicándolos a situaciones

reales mediante el uso de tecnologías del aprendizaje y el conocimiento, es posible inferir que la misma es verificable. Puesto que, al aplicar tanto la tecnología en este caso el mobile learning como diversos instrumentos fue posible promover la generación de un aprendizaje significativo, facilitando la relación de los nuevos aprendizajes con conocimientos previos y experiencias de los estudiantes.

De igual forma la implementación y diseño de las estrategias de enseñanza y aprendizaje planteadas da una posible solución a la problemática localizada donde no se reconoce una relación real entre lo aprendido en el aula con su vida cotidiana, es decir los estudiantes ven a las matemáticas como algo ajeno a ellos. Por lo previamente presentado fue posible cambiar esa perspectiva de los alumnos a las mismas logrando así poder entender su entorno e incluso modelar su contexto.

Aunado a lo anterior, se potencializó el cumplimiento de uno de los retos de la educación situándonos en nivel medio superior, que es el enseñar al estudiante a pensar, por lo tanto es necesario el uso de estrategias de enseñanza-aprendizaje con el fin de favorecer competencias que puedan ser útiles en su contexto, las matemáticas requiere el realizar procesos específicos como conceptualizaciones, análisis y reflexiones, en este sentido cuando se trabaja con imágenes mentales representadas por medio de símbolos y signos con fin de comunicas información se tiene una representación semiótica.

Es importante destacar que el tipo de actividades diseñadas resultaron novedosas para el grupo de estudiantes. Algunos de ellos realizaron comentarios que hacían notar su preferencia hacia este tipo de manipulaciones tanto físicas como tecnológicas a las que no se habían enfrentado anteriormente. Manifestaron también su gusto por trabajar en equipos, ya que al hacerlo tenían no sólo un apoyo, sino que desarrollaban de manera más amplia la habilidad de defender su posición frente a ideas discordantes. Debido a esto es fue posible observar en ellos un cambio actitudinal, mayor destreza en la manipulación de los materiales, mejora en su habilidad para expresarse, sintetizar y redactar.

Se considera que el estudio y exploración de las actividades diseñadas con base en el mobile learning con tecnología Arduino lleva a los estudiantes a la comprensión de la variación en las diferentes situaciones, tal como se ha visto en el avance que se lleva de la

experiencia. El uso de los dispositivos móviles como medio de colección y manipulación de los datos ha generado una gran motivación en los estudiantes.

### Referencias

- Arcavi, A. (2016). Miradas Matemáticas y Pensamiento Numérico. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (9).
- Fombona, C. J., Pascual, S.M. (2013). Beneficios del m-learning en la Educación Superior. *Educatio siglo XXI*, 31(2), 211-234.
- Kukulska-Hulme, A. (2010). Mobile Learning for Quality Education and Social Inclusion. UNESCO: Institute for Information Technologies in Education.
- Larrazolo, N., Backhoff, E., & Tirado, F. (2013). Habilidades de razonamiento matemático de estudiantes de educación media superior en México. *Revista mexicana de investigación educativa*, 18(59), 1137-1163
- Rinaldi, M. (2012). Revolución Mobile Learning. America Learning & Media. <http://www.americalearningmedia.com/edicion-006/79-indicadores/325-revolucion-mobile-learning>.
- Roig, A. E., López, M., & Álvarez, G. (2017). Una mirada crítica sobre los nativos digitales: análisis de los usos formales de TIC entre estudiantes universitarios. *Revista Q*, 9(17).
- Santacruz, M. (2009) La gestión del profesor desde la perspectiva de la mediación instrumental . ASOCOLME.
- Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Editorial Limusa.